



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap  
Institutionen för Kliniska Vetenskaper

# **Utvärdering av en semi-automatiserad ultraljudsapparat för mätning av urinvolym i blåsan, på djur**

*Elisabeth Miller*

*Uppsala  
2017*

*Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet*

*ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2017:10*



# Utvärdering av en semi-automatiserad ultraljudsapparat för mätning av urinvolum i blåsan, på djur

Evaluation in animals of a semi-automated ultrasound  
method for measuring urine volume in the bladder

*Elisabeth Miller*

**Handledare:** Kerstin Hansson, institutionen för Kliniska Vetenskaper

**Biträdande handledare:** Anneli Rydén, institutionen för Kliniska Vetenskaper

**Examinator:** Charles Ley, institutionen för Kliniska Vetenskaper

*Examensarbete i veterinärmedicin*

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurskod:** EX0736

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Delnummer i serie:** Examensarbete 2017:10

**ISSN:** 1652-8697

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** BladderScan, hund, katt, gris

**Keywords:** BladderScan, dog, cat, pig

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för Kliniska Vetenskaper



## SAMMANFATTNING

Urinvolymen hos sällskapsdjur är viktig att följa i klinisk verksamhet, bland annat för att se om ett djur kan producera urin vid njurskador och transplantationer. Det är även av intresse att upptäcka en distension av urinblåsan i samband med patologier där uretra inte kan relaxera eller är blockerad, då en urinblåseöverfyllnad kan orsaka stress hos djuret och i vissa fall ge livshotande skador.

En kateterisering av urinblåsan kan innebära en potentiell infektionsrisk för ett djur. Det vore därför bra att kunna uppskatta urinvolymen i urinblåsan på ett enkelt och icke-invasivt sätt. De vanligaste tillvägagångssätten idag för att uppskatta urinvolymen i urinblåsan på djur är genom palpatorisk undersökning, konventionellt ultraljud (UL) eller röntgen. Denna studie syftar till att undersöka om BladderScan (BS), som är en semi-automatiserad UL-apparat för mätning av urinvolym hos människor, har en tillförlitlig funktionalitet för att mäta urinvolym i urinblåsan hos katt, hund och gris.

I studien inkluderades 10 katter, 20 hundar (10 hundar <27 kg och 10 hundar >27 kg) och 2 grisar. Målet var att få minst 2 mätvärden (som visade en volym större än 0 ml) per djur med BS, men mer än 16 mätningar per djur överskreds aldrig. Detta gjordes mellan två mätomgångar (max åtta mätningar/djur och omgång) för att undersöka om kännedom om urinblåsans läge påverkade BS-värdet och antalet nödvändiga mätningar med BS. Hos katter och hundar validerades BS-resultaten med att djuren genomgick en undersökning med konventionellt UL, där längd, höjd och bredd på urinblåsan användes för att kalkylera en volym med hjälp av formeln för en ellipsoid. Hos gris validerades BS-resultaten genom att fullständig urinvolym i urinblåsan aspirerades genom cystocentes. BS-resultaten kategoriserades utefter ett referensvärde, angivet från tillverkarna, för apparatens noggrannhet på olika inställningar. Hos hund och katt var detta referensvärde  $\pm 5\%$  och 15 ml från uträknad volym med konventionellt UL, vilken antogs vara den faktiska volymen. På gris användes ett bredare referensvärde på  $\pm 15\%$  och 15 ml från volym uppmätt via cystocentes. BS-värden på 0 ml valdes att exkluderas från värden inom referensvärdet och räknades istället som underskattade.

Användningen av BS i studien ansågs enkel och smidig. Resultaten visar dock att det på samma djur fanns en stor spridning mellan olika mätningar med BS. Erhållna BS-volymer avvek även ofta kraftigt från erhållna volymer beräknade med hjälp av konventionellt UL, alternativt volymer erhållna via cystocentes. Andelen mätningar inom referensvärdet med BS för katt var 14,5 %, för hundar <27 kg 11,0 % och för hundar >27 kg 43,1 %. För gris var andelen mätningar inom referensvärdet 20,0 %.

Andelen värden inom referensvärdet ansågs vara låg med tanke på de breda referensvärdena. Anledningen var att apparaten i flertalet mätningar angav värdet 0 ml, och också underskattade volymer. En liten andel av alla mätningar med BS överskattade volymen i urinblåsan.

Att apparaten underskattar urinvolym är inte bra för då kan en överdistension av urinblåsan missas, och en överskattning av urinvolym kan leda till en onödig kateterisering. Sammanfattningsvis förefaller BS utifrån denna studie ha en otillräcklig klinisk användbarhet hos katt, hund och gris.

## SUMMARY

In veterinary practice monitoring urine production by measuring urine volume in the urinary bladder is important, for example in cases of urinary tract disease or kidney transplantation. Measurement of urine volume is also important to recognize if an animal is suffering from a distension of the urine bladder caused by an inadequate outflow through the urethra, since this is a cause of animal stress and in some cases may have fatal consequences.

Urinary bladder catheterization to monitor urine volume increases the risk for urinary tract infections. It would therefore be advantageous to be able to estimate the urine bladder volume with a non-invasive method. Today it is possible to estimate the bladder volume of animals with various diagnostic imaging methods (e.g. radiography and ultrasound), or by simply palpating the urinary bladder. This study aims to evaluate the accuracy of BladderScan (BS), a semi-automated ultrasound method for measuring urine volume in the bladder in humans, for measuring urine volume in the urinary bladder of cats, dogs and pigs.

The study included 10 cats, 20 dogs (10 dogs <27 kg and 10 dogs >27 kg) and two pigs. The goal was to obtain at least two measurements (values more than 0 ml) per animal but never to exceed 16 measurements per animal. The scans were made in two sets (with a maximum of eight scans per animal and set) to determine if knowledge of the location of the bladder would affect the BS values and the number of scans needed. For cats and dogs, the BS results were validated by calculating a bladder volume using conventional ultrasound by measuring the length, height and width of the bladder and approximating it to an ellipsoid. In pigs the validation was made by aspirating and measuring the entire bladder volume after making the scans with BS. The BS-results were categorized using the reference ranges and precision values stated in the BS product information. For the cats and dogs, this reference value was  $\pm 5\%$  and 15 ml from the true volume, which in this case was considered to be volume calculated with conventional ultrasound. Pigs had broader reference value with  $\pm 15\%$  and 15 ml from the aspirated volume. BS-values of 0 ml were not counted as within the reference value, and were instead counted as underestimated values.

The usage of BS was perceived as simple and user-friendly. However, multiple scanning results with BS on the same animal showed a wide variation and also differed extensively from volumes obtained with conventional ultrasound or cystocentesis. The portion of scans within the reference values was 14.5 % for cats, 11 % for dogs weighing under 27 kg and 43.1 % for dogs weighing over 27 kg. The portion of scans within the reference values in pigs was 20 %.

The percentage of scans within the reference values was low considering the broad reference values. The main reason for this was that in many cases the BS would show a value of 0 ml, which was an underestimation of the urine volume. In a small percentage of cases BS also overestimated the urine volume. If BS underestimates urine volume in the bladder, there is a risk that bladder over distension may not be detected. Overestimation of bladder volume can on the other hand lead to unnecessary catheterization. The conclusion of this study therefore is that BS cannot be recommended for use in dogs, cats and pigs.

# INNEHÅLL

<b>INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>LITTERATURÖVERSIKT .....</b>	<b>1</b>
Anledningar att mäta urinvolymer.....	1
Undersökning av urinblåsan .....	2
Mäta urinvolymer .....	2
Röntgenundersökning .....	2
Ultraljudsundersökning .....	3
Urinblåsevolym hund och katt.....	4
BladderScan .....	4
Funktion BladderScan BVI 9400 .....	5
Tidigare studier med BladderScan BVI 9400 .....	7
Noggrannhet med BladderScan BVI 9400 .....	7
Studier med andra BladderScan modeller .....	8
<b>MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>9</b>
Kattdel.....	9
Hunddel .....	12
Grisdel .....	14
Presentation av data .....	14
<b>RESULTAT .....</b>	<b>15</b>
Kattdel.....	15
Hunddel .....	17
Grisdel .....	21
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>21</b>
Värden inom referensvärden .....	22
Underskattade värden .....	23
Överskattade värden .....	25
Slutsats .....	26
<b>FÖRFATTARENS TACK .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENSLISTA.....</b>	<b>27</b>

## **FÖRKORTNINGAR**

**BS**            BladderScan

**SLU**            Sveriges Lantbruksuniversitet

**UDS**            Universitetsdjursjukhuset

**UL**            Ultraljud



## INLEDNING

BladderScan (BS) är en semi-automatiserad ultraljudsapparat för mätning av urinvolym i urinblåsan. Dess portabla utformning gör den snabb och enkel att använda och inga fördjupade förkunskaper krävs för den som utför scanningen (Allytec, 2016; Verathon Medical, 2014; Ung 2014). Idag används BS regelmässigt inom klinisk verksamhet i humanvården på olika avdelningar, från pediatrik till geriatrisk vård. Ett flertal studier på människa har visat dess goda användaregenskaper vid mätning av urinvolym vid urinvägsobstruktioner, kontroll av residualvolym, kontroll av urinretention, inkontinensutredningar, anestesi, neurologiska bortfall och utvärdering av behandlingar (Marks *et al.* 1997; Choe *et al.* 2007; Barrington *et al.* 2003).

Studier har visat att BS ger tillförlitliga värden och möjliggör monitorering av urinvolymer utan invasiva ingrepp (Al-Shaikh *et al.* 2009, Choe *et al.* 2007). Detta gör att onödig kateterisering och kateterrelaterade urinvägsinfektioner kan undvikas, samt att riskfaktorer för urinvägsinfektioner med kvarstående urin i urinblåsan kan undvikas (Tseng *et al.* 2007, Fuse *et al.* 1996).

Om BS visar sig vara användbar även på djur kan apparaten tänkas få ett brett användningsområde, och kan på ett enkelt sätt bidra till ny och fördjupad kunskap om urinvolymer hos djur, samt förbättra mätningen av urinvolym på patientdjur. Detta kan vara värdefullt för att få information om huruvida njurarna kan producera urin eller inte. Det kan även vara av värde vid mätning av residualurin och vid misstänkt urinblåseöverfyllnad i samband med anestesi eller sekundärt till olika patologiska förändringar. En annan fördel med BS är att utrustningen och användarutbildningen är betydligt billigare jämfört med motsvarande för konventionellt ultraljud (UL). Man kan även på ett enkelt sätt göra upprepade mätningar över tid, då en scanning endast tar tre sekunder, och på så sätt följa urinvolymens förändring i urinblåsan.

Syftet med den här studien är att undersöka och utvärdera om BS har en tillförlitlig funktionalitet även på veterinärsidan, då det till min kännedom inte finns några tidigare studier publicerade kring användning av BS på djur.

## LITTERATURÖVERSIKT

I den litteratursökning som genomförts i relevanta databaser hittades ingen litteratur om BS:s användning på djur, men däremot intressanta och viktiga fakta bland annat kring vikten av urinvolymsmätning och olika undersökningsmetoder, vilket sammanfattas nedan. Utöver detta beskrivs de olika BS-modeller som finns på marknaden, samt BS:s användning inom humanmedicinen.

### Anledningar att mäta urinvolym

Att kunna mäta urinvolymer i urinblåsan kan vara värdefullt för att se om urin produceras från njurarna, men framförallt för att se om det föreligger en distension av urinblåsan, eller om det finns kvarstående urin i urinblåsan efter urinering. Atalan *et al.* (1999c) beskriver i sin studie vikten av att mäta urin vid utredningar av neurologiska och obstruktiva sjukdomar involverande

urinvägarna då man på hund kunnat se att residualvolymen är signifikant större hos patienter med neurologiska (ex. diskprolaps, encephalit, tumörer på nervsystem) och obstruktiva urinvägssjukdomar (ex. prostatahyperplasi, uretratumör, urinblåsetumör, uretrastriktur, vaginaltumör som orsakar partiell obstruktiv dysuri) jämfört med hos friska hundar. Andra områden där det också är intressant att mäta urinvolymen är vid utvärdering av behandlingar vid alla typer av åkommor med urinretention som komplikation till grundsjukdomen.

Vid neurologiska och obstruktiva sjukdomar där uretra inte kan relaxera eller är blockerad finns det risk för onormal distension av urinblåsan. En kronisk distension av urinblåsan kan ge upphov till infektioner som cystit och pyelonefrit (genom vesikoureteral reflux), eftersom bakterier lättare kan kolonisera sig i kvarstående urin. Kronisk distension av urinblåsan kan även orsaka blödningar och ischemiska skador på urinblåseväggen. Vid en akut distension av urinblåsan kan en azotemi med livshotande elektrolytrubbningar uppstå. Det finns även en risk för urinblåseruptur vid akut distension av urinblåsan. Både kroniska och akuta urinblåsedistensioner kan orsaka dödsfall hos djur (Holt *et al.* 1990, Nelson *et al.* 2008, Fossum *et al.* 2013). I studier på hund har man sett att en överfylld urinblåsa orsakar en momentan stress med ett sympatikuspåslag, som även kan minska blodtrycket i koronarkärlen, vilket i sig är potentiellt livshotande då det kan orsaka ischemiska skador på hjärtat (Cevese *et al.* 1990).

## **Undersökning av urinblåsan**

De tillvägagångssätt som idag finns tillgängliga för att undersöka urinblåsan på hund och katt är UL, röntgen inklusive retrograd cystografi, datortomografi, magnetresonanstomografi, cystoskopi, lapraskopi och palpatorisk undersökning (Nelson *et al.* 2008).

## **Mäta urinvolymer**

För att approximera urinvolymen hos hund och katt kan man samla spontankastad eller kateteriserad urin från urinblåsan, eller använda sig av olika mätmetoder med hjälp av bilddiagnostik.

Kateterisering ger en ökad risk för urinvägsinfektioner och bör i största mån undvikas om det enda syftet är att mäta urinvolymen. I en studie på 21 hundar och en katt som hade kateteriserats i 1-10 dagar, med en mediantid på 4 dagar, orsakade kateteriseringen urinvägsinfektioner i ca 50 % av fallen (Barsanti *et al.* 1985). I samma studie såg man även att en förlängd duration, där en och samma kateter användes i mer än fyra dagar, gav förhöjd risk för urinvägsinfektion, jämfört med patienter som hade katetern under en kortare tid. Profylaktisk antibiotikaanvändning skyddade ej mot infektionerna utan ökade istället resistensanlag hos bakterier, vilket talar för att det viktigaste är att undvika kateterisering från början (Barsanti *et al.* 1985). En nyare studie från 2007 visade att om man förlängde tiden med kateter med en dag ökade risken för urinvägsinfektion hos hund med 27 % (Bubenik *et al.* 2007).

## **Röntgenundersökning**

I en studie på hund räknade man ut approximativ urinvolym genom att ta en lateral slätröntgenbild på vilken man mätte längd och höjd på urinblåsan. Man fann då att formeln  $27,3 \cdot \text{längd} + 10 \cdot \text{höjd} - 158$  korrelerade väl med kateteriserad urinvolym (Atlan *et al.* 1999a).

Svårigheten med att approximera urinvolymen på röntgenbilder var dock att av de 67 undersökta hundarna fick 27 exkluderas eftersom delar av omkringliggande organ kom i vägen för mätpunkterna t ex. kraftigt med träck eller gas i kolon (Atalan *et al.* 1999a).

### **Ultraljudsundersökning**

Vid UL-undersökning av urinblåsan bör hunden/katten vara positionerad i rygggläge (Atalan *et al.* 1999b). Ventrala kaudala delen av buken från blygdbenssymfysen och fram till mitten på buken rakas och undersökningsgel appliceras i området (Sutherland-Smith 2008). UL-proben bör vara en kurvilinear-, linjär- eller vektorprob och bör vara inställd på 5-, 7,5- eller 10 MHz, anpassat efter hundens/kattens storlek (Sutherland-Smith 2008; Huynh & Berry 2016).

För att undersöka urinblåsan med UL på smådjur används longitudinella och transversella snitt (Sutherland-Smith 2008). För att lokalisera urinblåsan förs UL-proben kaudalt i longitudinell riktning i området för de två bakersta juverdelarna (Huynh & Berry 2016). Till formen ser urinblåsan på hund och katt päronformad ut i longitudinellt snitt och rund i transversellt snitt (Voros *et al.* 1995). Formen ändras dock med fyllnadsgrad (Geisse *et al.* 1997). Vid normalt utseende på urinen kommer urinblåsan ses som en anekoisk struktur (Widmer *et al.*, 2004). Enligt Huynh & Berry (2016) är dock ekogen urin inte förknippat med urinvägsbesvär utan kan representera sediment. Om cystocentes eller kateterisering nyligen utförts kommer eventuella ekogena bloddroppar och luftbubblor att kunna ses vid undersökningen. I katturin är det även vanligt förekommande med ekogena fettdroppar i urinblåsan (Widmer *et al.*, 2004). För att undersöka patologier undersöks urinblåsan bäst om den är måttligt fylld (Sutherland-Smith 2008).

### **Formler för beräkning av urinvolym i urinblåsan**

UL-undersökning av urinblåsan för att bestämma urinvolym har i Atalan *et al.* (1998a & 1998b) studie på hund visat sig kunna göras med olika uträkningsformler. Formlerna i studien (Atalan *et al.*, 1998b) var framtagna från studier på människa. Den formel som visade sig vara mest tillförlitlig var när man antog att urinblåsan har formen av en ellipsoid och räknade med  $L \cdot W \cdot ((DL + DT)/2) \cdot 0,625$ , där L står för längd på urinblåsan i längdsnitt, W står för bredd i transversalsnitt, DL står för höjd i längdsnitt och DT står för höjd i transversalsnitt. Ingen signifikant skillnad fanns mellan kateteriserad och uträknad volym, och i medianvärde underskattades volymen med 5 ml jämfört med faktisk kateteriserad volym. I undersökningen testade man även fem andra formler för att räkna ut urinvolymin;  $((L \cdot W \cdot DL) - 3,14)/2,17$ ,  $(5,3 \cdot L \cdot DL - 21)$ ,  $(L \cdot W \cdot DT \cdot 1/2)$ ,  $(5,9 \cdot L \cdot DL - 14,6)$  samt  $(L \cdot W \cdot DL \cdot 0,7)$ . Även formeln  $L \cdot W \cdot DL \cdot 0,7$  gav en bra uppskattning av urinvolymin och dess uträknade medianvärde för alla hundar i studien var samma som medianvärdet för kateteriserade volymer. Trots detta var de dock statistiskt sett signifikant olika ( $P = 0,0355$ ). Medianvärdet för kateteriserade urinvolymer hos de undersökta hundarna var 45 ml. Sammanlagt för alla sex formler kunde urinvolymer variera mellan -48 ml upp till +72 ml, där medianvariationen mellan faktiska och uträknade volymer var 2,5 ml. Vid jämförelse mellan faktisk kateteriserad volym och uträknade volymer uttryckt i procent var variationsbredden -78 % till +56 %, där medianvärdet var 5 %. Intressant var även att en signifikant skillnad uppmättes mellan DL och DT, där DL tenderade att ge högre värden än DT, även om värdena följde varandra väl. Författarna kan inte hitta någon förklaring till detta men föreslår att det kan handla om handhavande av prob vid

ändring av läge från longitudinellt till transversellt och ändring av applicerat tryck (Atalan *et al.*, 1998a).

Om urinblåsan skulle antas vara en absolut ellipsoid ser formeln för denna ut som följer:  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \text{längd} / 2 \cdot \text{höjd} / 2 \cdot \text{bredd} / 2 \approx 0,52 \cdot \text{längd} \cdot \text{höjd} \cdot \text{bredd}$  (Bowman, 1961). Denna formel har bland annat använts i Bevan *et al.* (2011) studie där man med hjälp av konventionellt UL validerat BS för användning på barn.

Det har tidigare diskuterats huruvida position av urinblåsan i förhållande till omkringliggande vävnad eventuellt kan vara en felkälla för uträkning av urinvolymer med hjälp av UL hos hund. Detta då omkringliggande vävnad kan trycka på urinblåsan så att dess form ändrar sig (Atalan *et al.*, 1998b). Enligt Giesse *et al.* (1997) är det svårt att räkna ut urinvolymer genom en formel med konventionellt UL då urinblåsan ändrar form efter fyllnadsgrad och omkringliggande vävnadstryck.

### Urinblåsevolym hund och katt

Normal urinproduktion för hund är 20-100 ml/kg/dygn och för katt 10-20 ml/kg/dygn (Fielder, 2015). Vad som är normal och maximal volym i urinblåsan är dock svårt att veta i och med stora variationer beroende på vikt och ras. Enligt en studie av Geisse *et al.* (1997) finns det vid UL-undersökning ett samband mellan urinblåseväggs tjocklek och fyllnadsgraden på urinblåsan hos hund, eftersom urinblåseväggs tjocklek minskar med en ökad urinvolymer. Detta kan användas som ett objektiva mått för volymfyllnad på blåsan. I deras studie var en urinvolymer på 0,5 ml/kg minimal, 2 ml/kg lindrig och 4 ml/kg måttlig fyllnadsgrad. För den minimala urinvolymer var urinblåseväggen 2,3 mm tjock, för lindriga volymer var vägg tjockleken 1,6 mm och för måttliga 1,4 mm.

I en studie där man undersökte residualvolym på 48 friska hundar mättes vid ett tillfälle även normal urinvolymer i urinblåsan med konventionellt UL innan urinerings. Man fick då fram ett medelvärde på 3,5 ml/kg, med en variation mellan 0,3 ml/kg till 56,9 ml/kg vid undersökningstillfället. Författarna själva menade på att detta värde dock inte är helt representativt för den genomsnittliga urinvolymer i blåsan för den övriga hundpopulationen, då urineringsbehovet innan studien hämmades i samband med transport till studieorten (Atalan *et al.* 1999c).

När det kommer till residualvolym för hund och katt är en normal volym efter fullständig urinerings cirka 0,2–0,4 ml/kg (Nelson *et al.* 2008 ; Atalan *et al.* 1999c). Man har i studier sett en signifikant ökning av residualvolym hos hundar med neurologiska och obstruktiva urinvägsbesvär (Atalan *et al.* 1999c). Fysiologiskt anses även ökad kroppsvikt och ökad ålder innebära större residualvolym (Khan *et al.* 2015). Hanhundar har visat sig urinera med en högre frekvens, men med mindre volymer per tillfälle, än tikar. Ingen könsfördelad skillnad kan ses i residualvolymen (Atalan *et al.* 1999c).

### BladderScan

BS är en automatiserad UL-apparat för mätning av urinvolymer i urinblåsan som idag används inom de allra flesta vårdinrättningar inom humanvården. Inom neurologi, anestesi, kirurgi,

akutsjukvård, pediatrik, geriatrik och urogynokologi används den för att bedöma blåstömningsfunktion, blåsfyllnad, blåsträning, residualvolymsmätningar (för att utreda retentionsbesvär), risken för urinvägsinfektioner och behovet av kateterisering (Allytec, 2016; Verathon Medical, 2014).

BS är lätt att lära sig och enkel att använda. Den gör snabba mätningar för att uppskatta urinvolymer. I Sverige finns det en återförsäljare, Allytec, som säljer BS-apparater för de amerikanska tillverkarna, Verathon Medical. Det finns nu fyra tillgängliga apparater på den svenska marknaden: BladderScan BVI 3000, BladderScan 6100, BladderScan 9400 och BladderScan Prime.

### **Funktion BladderScan BVI 9400**

BladderScan BVI 9400 är en portabel, batteridrivnen UL-apparat. Den väger 2,4 kg och består av en UL-prob som är kopplad till en LCD-display (Figur 1). På displayen visas den uppmätta volymen i ett heltal med en gul färgbild för att visa var urinblåsan finns och i vilken riktning en ny mätning ska göras om mätningen inte var idealisk. Med hjälp av en granskningsknapp kan man se en lågupplöst UL-bild av den genomförda scanningen (Allytec, 2016).



Figur 1. En BladderScan BVI 9400-apparat med prob och display. På displayen ses i gul färg en bild av urinblåsans konturer med uppmätt volym i siffror till höger. Källa: Allytec Återgiven med tillstånd.

På proben finns en mindre skärm. Då scanningsresultat anses vara adekvata enligt apparaten visas uppmätt volym i heltal och åtta blinkande pilar i olika riktningar på probens skärm. Även vid nollvärden, det vill säga när ingen volym uppmätts, visas också åtta blinkande pilar. Vid nollvärden ska proben förflyttas och en ny scanning ska göras (Allytec, 2016). Enligt

återförsäljaren (Allytec, 2016) är den vanligaste orsaken till 0 ml att blåsan är tom, eller att den är nästintill tom.

När apparaten underkänner probens position visas en pil på probens skärm som pekar i den riktning där apparaten bedömer att urinblåsan är positionerad. Vid en blinkande pil är resultatet oanvändbart, men vid en fast pil är felpositioneringen endast lindrig och resultatet är fortfarande kliniskt användbart. Om man följer pilarna i den riktningen de pekar är tanken att man ska få en ny mätning med åtta pilar. Pilarna och den riktning som proben förflyttas i visas även på displayen. Om det på proben eller displayen visas ett större-än-tecken, ">", är apparaten inte nöjd med mätningen och uppfattar volymen som större än uppvisad volym. Om bäckenet kommer i vägen för urinblåsan vid scanningen kommer en grå struktur visas i displayen och en ny mätning rekommenderas (Allytec, 2016).

Precis som vid en konventionell UL-undersökning sänder BS ut ljudvågor som går in i kroppen och reflekteras på olika gränssytor. Urinblåsan identifieras genom att den har en annan akustisk impedans jämfört med omkringliggande vävnad. Enligt produktbladet använder sig apparaten av en scanningsfrekvens på 1,74-3 MHz (Verathon Medical, 2014). Företagets beskrivning av mättekniken är att ljudvågorna detekterar en vätskeansamling som antas vara urinblåsan och en scanning görs med 12 mätningar, i 12 olika plan, i 360 grader kring en axel vilket ger tvådimensionella sektionsbilder som tillsammans sedan bildar en tredimensionell bild av hela urinblåsan. Volymen räknas sedan ut genom en algoritm som är anpassad efter den humana urinblåsans form (Verathon Medical, 2014). Exakta algoritmer är en företagshemlighet och går inte att få tillgång till.

BladderScan BVI 9400 har 3 olika inställningar. En är för barn, en är för kvinnor som ej genomgått ovariehysterektomi, och en är för män, samt kvinnor som har genomgått ovariehysterektomi. Barninställningen är anpassad för barn som är kortare än 122 cm och väger mindre än 27 kg (Allytec, 2016). Enligt återförsäljare från Allytec (2016) kan BladderScan BVI 9400 med barninställningen mäta volymer mellan 0 ml till 200 ml med en noggrannhet där uppmätt värde skiljer sig maximalt +/- 5 % och 15 ml från den korrekta urinvolymen. Övriga inställningar kan mäta volymer mellan 0 ml till 999 ml med en noggrannhet där uppmätt värde skiljer sig maximalt +/- 15 % och 15 ml från den korrekta urinvolymen. Enligt tillverkarens produktblad för BladderScan BVI 9400 är denna noggrannhet uppmätt på en vävnadslik attrapp (Verathon Medical, 2014). Mätningar kan göras ner till ett djup på 15 cm. Själva scanningstiden är endast tre sekunder (Allytec 2016).

BladderScan BVI 9400 lanseras med en teknologi som heter 'NeuralHarmonics', som ska kunna avläsa skillnaden mellan urinblåsan och andra vätskefyllda områden såsom t.ex. livmodern (Allytec 2016). Dock varnar tillverkaren för att ascitesvätska, blödningar nära urinblåsan, förstörad livmoder och cystor kan vara potentiella felkällor för volymmätning med BladderScan BVI 9400. Andra faktorer som lyfts upp som eventuella felkällor är om patienten har ärrvävnad kring mätområdet, är kraftigt överviktig eller har en kateter i urinblåsan. Kroppsrörelse hos patienten eller förflyttning av proben i samband med scanning kan ett felaktigt mätresultat (Verathon Medical, 2014). I studier av Choe *et al.* (2007) och Elsamra *et al.* (2011) har man också uppmärksammat att ovariecystor, myom och adenomyom i livmodern

kan orsaka felmätningar vid användning av BS. Enligt muntlig information från Allytec stör ej rubbningar i urinblåsan såsom cystit, urinsten eller tumörer den totala bilden av volymen nämnvärt.

### **Tidigare studier med BladderScan BVI 9400**

Tidigare studier av BladderScan BVI 9400 har visat att apparaten skulle kunna vara ett användbart hjälpmedel för att uppskatta urinvolym hos människa (Rowe *et al.* 2013; Wheeler J. *et al.* 2015; Ung *et al.* 2014). Förhoppningarna med detta resultat är enligt författarna att BS ska kunna ersätta invasiv kateterisering och på så sätt minska kateteriseringsrelaterade urinvägsinfektioner (Rowe *et al.* 2013; Wheeler *et al.* 2015).

Andra studier, gjorda på barn som var mellan 0–24 månader gamla, fann att mätresultaten från BladderScan BVI 9400 ej var tillräckligt pålitliga för att kunna ersätta rutinmässig kateterisering, då mätresultaten varierade för mycket mellan flera mätningar på samma patient, och ej gav trovärdiga värden (Bevan *et al.* 2011). Rowe *et al.* (2013) uppmärksammade i sin studie en sämre korrelation mellan BS-värden och kateteriserad urinvolym hos barn under 36 månader, jämfört med de äldre barn som undersöktes, och menade på att mätningar på barn under 3 år bör tolkas med större försiktighet, men att de fortfarande är kliniskt användbara. Även i det svenska produktbladet för BladderScan BVI 9400 nämns att om man vill använda apparaten på barn yngre än 24 månader bör man ta hänsyn till minskad tillförlitlighet (Allytec 2016).

Ung *et al.* (2014) har utfört tester med BladderScan BVI 9400 för att utvärdera urinvolymen hos män som genomgick strålbehandling efter prostataektomi. Författarna uppskattade hur snabb och användarvänlig apparaten var och såg BladderScan BVI 9400 som ett bra, kompletterande verktyg att använda sig av i praktiken utan att extra utbildning, personal eller tid skulle behövas.

Andra områden där BladderScan BVI 9400 testats som ett kompletterande verktyg är för cystocenteser på barn i åldrarna 0-24 månader. Resultaten var nedslående då man endast i 53 % av fallen lyckades pricka och aspirera ur urinblåsan med cystocentesnålen, vilket är ett likvärdigt resultat med att göra cystocentes i blindo, utan bilddiagnostisk utrustning (Buntsma *et al.* 2012). Märkbart var dock att om volymen i urinblåsan mätt med BS översteg 20 ml så ökade antalet lyckade cystocenteser till 70 %, vilket fortfarande inte är likvärdigt med konventionellt UL-guidad cystocentes, vilken lyckas i 79–100 % av fallen (Buntsma *et al.* 2012).

### **Noggrannhet med BladderScan BVI 9400**

I Rowe *et al.*'s studie från 2013 utfördes en Bland Altman-analys av en genomsnittlig kateteriserad urinvolym och en genomsnittlig volym mätt med BS, där man såg att BS underskattade volymen med 2,1 ml. Hos barn under 36 månader var den genomsnittliga korrelationen sämre, där BS underskattade volymen med i snitt 2,6 ml. Noggrannheten ansågs dock vara bättre i fall där volymen understeg 100 ml än hos patienter med större urinvolym i blåsan. Endast godkända mätningar, tre mätningar/patient, där åtta blinkande pilar visades

inkluderades i studien. Skillnaden mellan de tre mätningarna var i genomsnitt 14 ml med ett spann på 0–172 ml.

I Ung *et al.*'s (2014) studie var noggrannheten med BladderScan BVI 9400 en genomsnittlig underskattning på 6,2 % jämfört med volymer som beräknades med hjälp av datortomografi och digital volymtomografi genom ett mjukvaruprogram. Med den äldre modellen BladderScan BVI 3000 som undersöktes i samma studie var felmarginalen +32 %.

I Bevan *et al.*'s (2011) studie var BladderScan BVI 9400:s värden i 95 % av fallen inom ett intervall från -31 till +19 ml från volym uträknad med konventionellt UL, där formeln för en ellipsoid använts ( $\text{längd} \times \text{höjd} \times \text{bredd} \times 0,52375$ ). På varje patient gjordes tre godkända mätningar där åtta pilar visades i displayen. Dessa varierade i snitt med 20 ml i 95 % av fallen när man jämförde alla mätningar gjorda på en och samma patient.

Bevan *et al.* (2011) kom fram till att BladderScan BVI 9400 inte gav några mätvärden under 10 ml och författarna antog att apparaten inte kunde uppfatta små volymer mellan 0 till och med 10 ml.

### **Studier med andra BladderScan modeller**

På humansidan har man i ett flertal studier kunnat visa att olika BS-modeller ger tillfredställande mätningar av urinvolymen och att man på så sätt kan minska frekvensen urinvägskateteriseringar (Marks *et al.* 1997; Choe *et al.* 2007; Barrington *et al.* 2003; Rowe *et al.* 2013; Gennaro *et al.* 2006; Byun *et al.* 2013; Wheeler *et al.* 2015; Ung *et al.* 2014; Joelsson-Alm *et al.* 2012; Park *et al.* 2011; Al-Shaikh *et al.* 2009; Tseng *et al.* 2008; Revord *et al.* 1993; Brouwer *et al.* 1999; Fuse *et al.* 1996). Detta både vid akuta obstruktioner men också som indikation för andra icke akuta vårdinsatser såsom förlossningsvård (Barrington *et al.* 2003; Demaria *et al.* 2007), uppföljning av behandlingar, (t.ex. strålbehandling av prostatacancer) (Hynds *et al.* 2011) i samband med preoperativ bedömning inför anestesi, (Brouwer *et al.* 1999; Joelsson-Alm *et al.* 2012; Luger *et al.* 2008) intraoperativt (Luger *et al.* 2008) och postoperativt (Rosseland *et al.* 2005; Voelckel *et al.* 2009). Andra användningsområden för BS har varit att kontrollera kvarstående urin som en potentiell orsak till urinvägsinfektioner hos patienter med Downs syndrom (Chicoine & Sulo 2015) och kvinnor med nedre urinvägsbesvär såsom t.ex. inkontinens (Al-Shaikh & Al-Mandeel 2012; Deirmentzoglou *et al.* 2012; Morris *et al.* 2009; Tseng *et al.* 2008).

I en studie med BladderScan BVI 3000 hävdas till och med att BS kan vara ett mer säkert hjälpmedel för att mäta urinvolum än att räkna med ett konventionellt UL, där formeln för en ellipsoid användes ( $0,6 \times \text{höjd} \times \text{bredd} \times \text{längd}$ ) (Byun *et al.* 2003).

I en del studier på barn har dock BS visat sig ge opålitliga värden och man har avrått från att använda apparaten i rutinmässigt bruk. Man har i dessa studier emellertid enbart tittat på modellen BladderScan BVI 6200 (Beckers *et al.* 2012; Koomen *et al.* 2008).



## MATERIAL OCH METODER

Materialinsamlingen föregicks av utbildning i BS användning som dels bestod av utbildning med erfaren personal från återförsäljare, Allytec, samt instruktionsvideos från [www.BladderScan.se](http://www.BladderScan.se). Därefter gjordes ca 500 testmätningar på djur med hund som modelldjur. Testmätningarna utfördes av författaren.

Val av utrustning för studien skedde genom att samtliga tillgängliga BS-modeller tillhandahölls: BVI 3000, BVI 6100, BVI 9400 och Prime av återförsäljaren och testades på attrapp samt en hund på 5 kg som låg i ryggläge. Som kontroll av urinblåsans läge och storlek användes konventionellt UL, (General Electric Logiq E9). Testet utfördes av en person från återförsäljaren av produkten, Allytec, tillsammans med författaren, handledaren och biträdande handledaren. De två apparater som författaren, handledaren och biträdande handledaren bedömde vara bäst och ge mest tillförlitliga värden i förundersökningen var BVI 9400 och BVI 6100 varför dessa två apparater behölls i ett första urval. Efter vidare försök av författaren med ca 100 mätningar med respektive apparat på två hundar (5 kg respektive 25 kg) valdes slutligen BVI 9400 ut på grund av att den visade minst variation i mätningar på samma individ.

Studien är en prospektiv observationsstudie indelad i tre delar; en del för katter, en del för hundar och en del för grisar. I katt- och hunddelen validerades BS-värden med UL där en urinvolym kalkylerades fram genom att anta att urinblåsan hade formen av en ellipsoid. I grisdelen validerades BS-mätningar mot fullständig tömning av urinblåsan via cystocentes och efterföljande mätning av urinvolymen i ett volymmätglas. Samma BS-apparat, modell BVI 9400, användes för hund- och kattdelen. För gris användes en annan apparat men av samma modell. Vid samtliga scannningar på katt och hund var apparaten inställd i läget som används för mätning på barn. Vid scanning på gris användes inställningen för en vuxen man. Samtliga djur i studien hade en okänd urineringsstatus vid undersökningstillfället.

Alla delar av studien var oberoende av vinstdrivande intressen.

### Kattdel

Urvalet bestod av friska katter som inkom vecka 37 (12 – 16 september) 2016 till polikliniska mottagningen inom studentundervisningen på Universitetsdjursjukhuset (UDS), Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Samtliga djurägare till inkluderade katter blev informerade om studien och gav muntligt godkännande för medverkan i studien vilket antecknades i kattens journal.

Totalt antal inkluderade katter var tio stycken, varav fem honor och fem hanar. Nio av katterna inkom för kastration och en katt för att dränera en subkutan böld. Åtta av katterna var av rasen huskatt korthår, resterande två var raskatter, en vardera av raserna La perm korthår och Neva masquerade.

Tre av de inkluderade katterna var vildkatter och hade en okänd ålder. Katten som kom in för bölddränering var tio år gammal. Resterande 6 katter hade en genomsnittlig ålder på 13,7 månader med ett intervall från 6 månader till 3 år.

Katternas genomsnittliga vikt var 3,3 kg med ett spann på 2,27-4,50 kg.

Exklusionskriterier var tecken på frivätska i buken, bukneoplasier, anomalier i urinvägar eller genitalia som framkom i samband med anamnestagning, klinisk undersökning, UL eller operation. Inga katter behövde exkluderas från studien.

Samtliga katter sederades enligt protokoll med medetomidin (Sedator vet. 0,08-0,09 mg/kg), meloxicam (Metacam 0,2 mg/kg) och en opioid (Metadon 0,3 mg/kg för honor och 0,2 mg/kg för hanar). Honkatternas sedering kompletterades med anestesi enligt protokoll med ketamin (Ketaminol vet. 5 mg/kg) och gasnarkos. Postoperativ reversering av sederingen gjordes med atipamezol (Atipam 0,2 mg/kg) till båda könen.

Studieprotokollen skilde sig åt mellan honkatter och hankatter som kastrerades, då honkatter opereras genom att öppna bukväggen medan detta ej görs på hankatter. För att undvika störande luftansamlingar kring urinvägarna hos honkatter i och med denna skillnad i operationsteknik utfördes mätningarna på honkatter innan operationen i samband med förberedelse till operation då katterna var sederade, men innan anestesi givits. Hos hankatter utfördes mätningarna i samband med uppvak efter operation innan uppvaksspruta med atipamezol givits, då katterna fortfarande var sederade.

Samtliga katter undersöktes i ryggläge på ett undersökningsbord. Innan undersökning rakades päls bort på kaudoventrala delarna av buken varefter UL-gel applicerades.

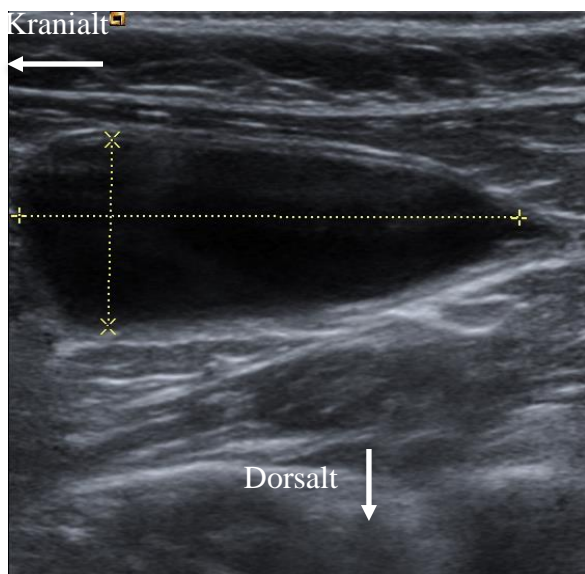
Undersökningen var uppdelad i tre delar. Första delen bestod av en omgång BS-mätningar som gjordes i blindo, innan urinblåsans position var känd. Mätningarna gjordes enligt tillverkarens instruktioner för humant bruk, på kaudala delen av buken, i nära anslutning till os pubis. Andra delen bestod av att med hjälp av UL lokalisera urinblåsans position och göra en approximativ uträkning av urinvolymen. Tredje delen, som gjordes sist i ordningen, bestod av en omgång BS-mätningar på den position urinblåsan lokaliserats till med hjälp av UL.

Vid varje omgång med BS gjordes 5-8 mätningar, resulterande i totalt 10-16 mätningar per patient. För varje omgång skulle minst 2 värden mer än 0 ml ha uppmätts, om detta inte uppnåddes under de 5 första scannningarna gjordes maximalt 3 stycken extra scannningar till detta åstadkommits eller scanningen avslutades då maximalt antal scannningar på 8 stycken var uppnått. Samtliga mätningar med BS utfördes av författaren. Alla mätresultat inkluderades. Värden där apparaten var nöjd var när ett mätvärde högre än noll visades tillsammans med åtta blinkande pilar. När ett BS-värde visade noll förflyttades proben kranialt eller kaudalt om den primära avläsningen för att fånga upp ett nytt mätvärde. Vid mätningar där en fast eller blinkande pil med riktning mot urinblåsan visades i displayen följdes pilens riktning enligt användarinstruktionerna. Vid mätningar där tecknet ">" visades framför en siffra användes siffran i fältet som mätvärde, men nästkommande scanning gjordes på en ny position och med en ny vinkel. Vid mätningar där apparaten var nöjd med en scanning gjordes efterföljande scannningar över samma position med samma vinkel.

Vid användning av UL användes Sonoline Antares UL-system (transducer: kurvilinear 4–1 MHz eller linjär 13–5 MHz). En approximativ urinvolym räknades ut med formeln för en

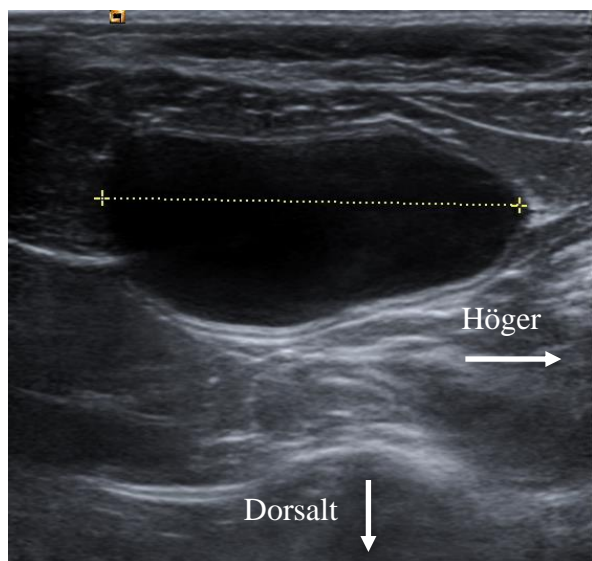
ellipsoid;  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \text{längd} / 2 \cdot \text{höjd} / 2 \cdot \text{bredd} / 2 \approx 0,52 \cdot \text{längd} \cdot \text{höjd} \cdot \text{bredd}$ . Mätvärden för längd, höjd och bredd erhöles från 3 olika sagittalsnitt och 3 olika transversalsnitt i vardera största dimensionen av urinblåsan.

Längden på urinblåsan mättes en gång i varje sagittalsnitt med innermåttens maxlängd mellan urinblåsans kraniala pol och uretras approximativa mynning (Figur 2). Höjden mättes på liknande sätt en gång i varje sagittalsnitt vinkelrätt mot längden där maximala höjden kunde erhållas (Figur 2).



Figur 2. Figuren visar en av kattens urinblåsa i sagittalsnitt vid undersökning med UL. UL-proben är positionerad ventralt på kattens kaudala del av buken. Prickade linjer visar urinblåsans längd (horisontell linje) respektive höjd (vinkelrätt mot längden).

Bredden mättes en gång i varje transversalsnitt över bredaste delen på urinblåsan (Figur 3).



Figur 3. *Figuren visar en av katternas urinblåsa i transversalsnitt vid undersökning med UL. UL-proben är positionerad ventralt på kattens kaudala del av buken. Prickade linjer visar urinblåsans bredd (horisontell linje).*

Ett medelvärde baserat på de tre mätningarna av längd, höjd och bredd räknades ut vilket var det värde som användes i ovanstående formel för volymsberäkning. UL-mätningarna på fyra av katterna gjordes av en radiolog (huvudhandledaren), resterande sex gjordes av författaren. Den uträknade urinvolymen användes som jämförelse med BS-resultatet.

Tiden mellan första BS-scanningarna och UL-scanningen var maximalt 1 minut. Ingen exakt tidtagning gjordes.

## Hunddel

Urvalet bestod av två grupper med hundar. Första gruppen bestod av 10 patienthundar som var inneliggande eller inkom i vecka 39 (26 - 30 september) 2016 till UDS, SLU, för buk-UL som en del i den normala diagnostiken. Andra gruppen bestod av 10 friska hundar som inkom till UDS vecka 40 (3 - 7 oktober) 2016 endast för att medverka i studien.

5 hundar från vardera grupp bildade tillsammans två subgrupper: en subgrupp med 10 hundar <27 kg (subgrupp 1) och en subgrupp med 10 hundar >27 kg (subgrupp 2).

Hundar med onormala vätskeansamlingar i bukorganen, fri vätska i bukhålan eller retroperitonealt, bukneoplasier, anomalier eller patologier eller anamnes av tidigare patologier i urinvägar eller genitalia eller som framkom i samband med UL-undersökningen var exklusionskriterier. Inga hundar behövde exkluderas från studien. Samtliga ägare till de inkluderade hundarna blev informerade om studien och gav muntligt godkännande till medverkan i studien vilket antecknades i patienthundarnas journaler.

Nio av tio patienthundar sederades med individanpassad dos och läkemedelskombination (ex. Sedator 0,10–0,02 mg/kg i kombination med Dolorex 0,2 till 0,4 mg/kg) inför UL-undersökningen. En av de nio hundar som sederades gick vidare till att sövas med propofol inför undersökningen. En av tio patienthundar undersöktes i vaket tillstånd. Samtliga friska hundar undersöktes i vaket tillstånd.

Samtliga hundar undersöktes i rygggläge på ett undersökningsbord. Innan undersökningen rakades päls på kaudoventrala delarna av buken bort varefter UL-gel applicerades.

Alla BS-scanningar utfördes av författaren. Användning av BS gjordes enligt instruktioner för human användning och utefter vad som under förundersökningen för denna studie ansetts vara optimal position för proben, det vill säga i kaudala delen av buken i nära anslutning till os pubis hos tikar och lateralt om penis hos hanhundar.

Undersökningen gjordes med samma studieupplägg som för kattdelen med två omgångar med BS med totalt 10–16 mätningar/hund och däremellan en undersökning med konventionellt UL för att sedan kunna räkna ut en approximativ volym av urinblåsan. Vid UL undersökning på de 10 patienthundar som inkluderades användes UL-systemet General Electric Logiq E9 (transducer: kurvilinear 2–9 MHz alternativt 1–9 MHz eller linjär 9 MHz). Undersökningen

gjordes av flera olika radiologer med stor vana vid att utföra UL-undersökningar. Vid UL-mätningarna på de 10 friska hundarna användes UL-systemet Sonoline Antares (transducer: kurvulinjär 1–4 MHz eller linjär 5–13 MHz) där samtliga undersökningar och mätningar gjordes av författaren.

Till skillnad från kattdelen fick stora urinblåsor på hundarna inte alltid plats i ett sagittalsnitt eller ett transversalsnitt och 2–3 upprepade bilder av urinblåsan fick göras som sedan approximativt summerades till en bild där längd och höjd eller bredd uppmättes. Summeringen baserades på att det i bilden alltid fanns ett riktmärke för var tidigare utritad linje slutade och kommande utritad linje började. Riktmärket var antingen kaudala aorta eller en specifik formdel av urinblåsan som kunde identifieras. Alla undersökningar där bilder behövde summerades på grund av stor urinblåsestorlek tillhörde patientgruppen och utfördes av radiolog.

För varje dimensionsmätning av längd, höjd och bredd togs likt som för kattdelen 3 snitt ur vilka ett medelvärde beräknades och användes.

Tiden mellan första BS-scanningarna och UL-mätningarna var i genomsnitt 5 minuter hos patienthundar och maximalt 1 minut hos friska hundar. Ingen exakt tidtagning gjordes.

#### *Subgrupp 1*

Subgrupp 1 bestod av tio hundar varav fem stycken var friska hundar och fem stycken var patienthundar där buk-UL utfördes av följande orsaker: remiss för att utvärdera förhöjda lever-/njurvärden; misstanke gastrit; misstanke kolit; återbesök pankreatit, benign prostatahyperplasi och en frisk hund där urinvägarna undersöktes i samband med en annan forskningsstudie.

Subgrupp 1 bestod av 4 intakta honor, 3 intakta hanar, 1 honkastrat och 2 hankastrater. De raser som undersöktes var 2 stafford bullterrier, 2 settrar, 1 pudel (stor), 1 australian shepherd, 1 shetland sheepdog, 1 wachtelhund, 1 pointer och 1 blandrashund.

Medelåldern i gruppen var 7,9 år och medianåldern 6,5 år med ett intervall från 4 år till 13,5 år. Medel- och medianvikt var 22,6 kg med ett intervall från 18,2 kg till 27,0 kg.

#### *Subgrupp 2*

Subgrupp 2 bestod av tio hundar varav fem stycken var friska hundar och fem stycken var patienthundar där buk-UL utfördes av följande orsaker: återbesök nodulär förändring i mjälte, polydipsi, polyuri och epilepsikramper och två kutana nybildningar med metastaskontroll av bukålan.

Subgrupp 2 bestod av 2 intakta honor, 5 intakta hanar och 3 hankastrater. De raser som undersöktes var 1 jämthund, 1 berner senner, 2 labrador retriever, 1 flatcoated retriever, 1 grand danois, 1 boxer, 1 schäfer, 1 collie (korthårig) och 1 riesenschnauzer.

Medelåldern i gruppen var 4,9 år och medianåldern 4,0 år med ett intervall från 9 månader till 10 år. Medelvikten var 40,1 kg och medianvikten var 32,7 kg med ett intervall från 28,0 kg till 98,7 kg.

## **Grisdel**

Materialet bestod av 2 slaktgrisar som undersöktes vecka 42, den 17:e respektive 21:a oktober, 2016 på Hedenstiernalaboratoriet, institutionen för kirurgiska vetenskaper, Uppsala universitet. Grisarna ingick i ett annat forskningsprojekt, där etiskt tillstånd redan fanns, och BS-valideringen var endast en bistudie. Båda grisarna, gris A och gris B, var fastande innan studien påbörjades och hade inga kända sjukdomar. Båda grisarna var hankastrater och vägde 22,2 kg respektive 23,2 kg.

Undersökningen byggdes på en serie scannningar med BladderScan BVI 9400 som direkt efterföljdes av kontroll av urinblåseposition och cystocentes. Grisarna var under undersökningen sövda med gasnarkos som kontrollerades enligt narkosprotokoll av personal från Hedenstiernalaboratoriet.

Scanningen utfördes i kaudala delen av buken på liknande sätt som för människor. Eftersom urinblåsan hos gris finnas lateralt om mittplan utfördes scannningar även lateralt om mittplan.

För varje gris gjordes fem scannningar med BS. Samtliga scannningar utfördes av biträdande handledaren som genomgått utbildning hos Allytec samt övningsscannat på ett flertal grisar innan studiestart.

Faktisk urinblåseposition erhöles genom ett osterilt flanksnitt, ca 5 cm kranialt om os pecten pubis och ca 3 cm från sagittalplan på höger sida, varpå en öppning för observation av urinblåsan gjordes med trubbig dissektion.

Cystocentes av urinvolymer erhöles genom fullständig cystocentes på fridissekerad urinblåsa. Erhållen urin hälldes över i ett volymmätglas och uppmätt värde noterades.

## **Presentation av data**

Samtliga resultat presenteras med deskriptiv statistik. Resultaten från BS-mätningarna delades in efter om de låg inom eller utom gränsvärdet för det som tillverkaren (Verhaton, 2014) angivit som noggrannhet för BladderScan BVI 9400. Inställd på barninställning är detta ett gränsvärde med  $\pm 5\%$  och 15 ml. Detta innebär att en urinvolymer uträknad vid UL-undersökning på 20 cm<sup>3</sup>, där  $5\% = 1\text{ ml}$ , summerat med  $\pm 15\text{ ml}$  ger resultat inom referensvärde med BS mellan 4 ml ( $20 - 16\text{ ml} = 4$ ) och 36 ml ( $20 + 16 = 36$ ). Inställd på vuxeninställning var gränsvärdet bredare med  $\pm 15\%$  och 15 ml. Alla volymer måste vara över noll då ett nollvärde i denna studien ej anses vara inom referensvärdet. Ett nollvärde klassificeras som en underskattad volym.

## RESULTAT

### Kattdel

Vid uträkning av urinvolymin i urinblåsan med UL erhöles ett medelvärde för alla katter på 14,6 ml med en standardavvikelse på 12,5 ml. Medianvärdet var 8,3 ml och kvartilavståndet 13,7 ml.

Åtta av tio katter hade vid UL-undersökningen en urinblåsa som i formen liknade en ellipsoid. Två av tio katter hade en oregelbunden form på urinblåsan, då den ena var platt och avlång och den andra trycktes in på längden dorsalt ifrån av en kraftigt träckfylld kolon.

Totalt antal gjorda scannningar med BS blev 138 stycken med i medelvärde 13,8 scannningar per katt (Tabell 1). Inte på någon av katterna räckte det med att göra fem BS scannningar före och efter UL för att uppnå målet med två mätvärden större än noll per scanningsomgång.

Om det beräknade UL värdet används som sant värde på urinvolymin så var det 14,5 % av alla värden uppmätta med BS som föll inom tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet (referensvärdet). Värden som underskattade urinvolymin var totalt 79,0 %, där 99,1 % var nollvärden. Överskattade värden var totalt 6,5 %. Av de 138 utförda scannningarna var det 4 stycken där apparaten var nöjd med mätningen, varav 3 var överskattade värden och 1 var inom referensvärdet.

För 3 katter (katt 6, 7 och 8) ökade antalet BS-mätningar som föll inom referensvärdet efter att urinblåsans position var känd om man inkluderar samtliga gjorda mätningar. En av dessa var den katt (katt 7) som enligt UL hade den största urinblåsan.

Tabell 1. Tabellen visar mätningar av urinvolymen i urinblåsan beräknat vid undersökning med UL samt med BS. BS-mätningarna är indelade i mätningar gjorda före och efter undersökning med UL dvs före respektive efter vetskap om urinblåsans position. För BS-mätningarna redovisas 5 resultat samt värden för max 3 extra mätningar för de katter där 5 initiala mätningar gav mer än 3 värden som visade 0 ml. BS-mätningarna är färgkodade med grönt, gult, blått och rött.

	UL ( cm <sup>3</sup> )	Mätning	1 (ml)	2 (ml)	3 (ml)	4 (ml)	5 (ml)	6 (ml)	7 (ml)	8 (ml)
Katt1	31,7 (15,1-48,3)	BS före	0	0	0	0	30	16	-	-
		BS efter	0	61*	86*	15	34	-	-	-
Katt2	5,1 (>0-20,4)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	33	46	21	65*	24	-	-	-
Katt3	19,5 (3,5-35,5)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Katt4	8,9 (>0-24,3)	BS före	0	0	14	0	24	-	-	-
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Katt5	12,2 (>0-27,8)	BS före	0	0	0	13	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	13	0
Katt6	5,8 (>0-21,1)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	15	30	0
Katt7	43,3 (26,2-60,5)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	57	49	54	31*	28	-	-	-
Katt8	4,4 (>0-19,6)	BS före	0	0	0	0	14	0	24	0
		BS efter	19	0	0	0	18	-	-	-
Katt9	7,7 (>0-23,1)	BS före	0	0	0	0	12	12	-	-
		BS efter	0	0	0	16	16	-	-	-
Katt10	7,2 (>0-22,6)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0

Grönfärgad ruta = uppmätta värden är inom referensvärdet enligt tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet förutsatt att UL värdet används som sant värde på urinvolymen i urinblåsan, blå ruta = nollvärden, gul ruta = underskattade värden som inte var nollvärden, röd ruta = överskattade värden, vit ruta = ingen mätning utförd.

\* = värden där BS-apparaten är nöjd, det vill säga när en volym annat än noll har hittats och åtta blinkande pilar visas på proben

UL= beräknad volym i cm<sup>3</sup>, med referensvärden för noggrannhet inom parentes.

BS = BladderScan



## Hunddel

### *Subgrupp 1*

Hos hundar i subgrupp 1 var medelvärdet för volymen i urinblåsan uträknat med UL 49,4 ml med en standardavvikelse på 60,3 ml. Medianvärdet var 26,6 ml och kvartilavståndet 38,1 ml.

Sju av tio hundar hade vid UL-undersökningen en urinblåsa som i formen liknade en ellipsoid. Två hundar hade urinblåsor som var mer platta och avlånga än ellipsoida. En hund hade en oregelbunden urinblåsekontur på grund av att kolon tryckte på kaudala delen av urinblåsan.

I tabell 2 visas resultaten från hundarna i subgrupp 1. Totalt antal gjorda BS-scanningar blev 136 stycken med i medelvärde 13,6 scanningar per hund.

Om det beräknade UL värdet används som sant värde på urinvolymen så var det 11,0 % av alla värden uppmätta med BS som föll inom tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet (referensvärdet). Värden som underskattade urinvolymen var totalt 77,9 %, varav 91,5 % var nollvärden. Överskattade värden var totalt 9,6 %. Värden i gråzon var totalt 1,5 %. Gråzon var underskattade värden i kombination med att apparaten visar ett ”större-än-tecken”. Av de 136 utförda scanningarna var det 2 stycken där apparaten var nöjd med mätningen, varav den ena var en överskattad volym och den andra en underskattad volym.

Vid 11 mätningar visades värdet >200 ml, 7 överskattade och 4 värden inom referensvärdena. I dessa fall kan man inte uttala sig om i hur stor utsträckning de avviker från de uträknade UL-volymer.

Ingen hund hade ett ökat antal BS-mätningar som föll inom referensvärdet efter att urinblåsans position var känd om man inkluderar samtliga gjorda mätningar.

Tabell 2. Tabellen visar mätningar av urinvolymen i blåsan beräknat vid undersökning med UL samt med BS. BS-mätningarna är indelade i mätningar gjorda före och efter undersökning med UL dvs före respektive efter vetskap om urinblåsans position. För BS-mätningarna redovisas 5 resultat samt värden för max 3 extra mätningar för de hundar där 5 initiala mätningar gav mer än 3 värden som visade 0 ml. BS-mätningarna är färgkodade med grönt, gult, blått, rött och grått.

	UL (cm <sup>3</sup> )	Mätning	1 (ml)	2 (ml)	3 (ml)	4 (ml)	5 (ml)	6 (ml)	7 (ml)	8 (ml)
Hund1	39,9 (22,9-56,9)	BS före	50	48	43	52	50	-	-	-
		BS efter	13	0	0	15	0	-	-	-
Hund2	17,9 (2,0-33,8)	BS före	0	11	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	22	0	0	0	0	0
Hund3	17,2 (1,3-33,1)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Hund4	219,1 (193,1->200)	BS före	94	70*	0	>200	>200	-	-	-
		BS efter	148	>200	47	>200	125	-	-	-
Hund5	77,4 (58,5-96,3)	BS före	>200	>28	0	>200	>200	-	-	-
		BS efter	>200	>200	>46	>200	>200	-	-	-
Hund6	7,6 (>0-23,0)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Hund7	27,9 (11,5-44,3)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Hund8	55,3 (37,5-73,1)	BS före	0	>67	28	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	14	0	0	0
Hund9	25,2 (8,9-41,5)	BS före	0	42	28	36	31	-	-	-
		BS efter	49	51	47*	47	48	-	-	-
Hund10	6,4 (>0-21,7)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0

Grönfärgad ruta = uppmätta värden är inom referensvärdet enligt tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet förutsatt att UL värdet används som sant värde på urinvolymen i urinblåsan, blå ruta = nollvärden, gul ruta = underskattade värden som inte var nollvärden, röd ruta = överskattade värden, grå ruta = värden inom gråzon, vit ruta = ingen mätningar utförd.

\* = värden där BS-apparaten är nöjd, det vill säga när en volym annat än noll har hittats och åtta blinkande pilar visas på proben

UL= beräknad volym i cm<sup>3</sup>, med referensvärden för noggrannhet inom parentes.

BS = BladderScan

### *Subgrupp 2*

Hos hundar i subgrupp 2 var medelvärdet för volymen i urinblåsan uträknat med UL 251,8 ml med en standardavvikelse på 406,2 ml. Medianvärdet var 56,7 ml och kvartilavståndet 305,3 ml.

Fem av tio hundar hade vid UL-undersökningen en urinblåsa som i formen liknade en ellipsoid. Tre hundar hade urinblåsor som var mer platta och avlånga än ellipsoida. Två hundar hade en konformad urinblåsa, då kolon tryckte på kaudala delen av urinblåsan hos en av hundarna och hos den andra låg kaudala delen av urinblåsan mot bäckenkanten.

I Tabell 3 visas resultaten från hundarna i subgrupp 2. Totalt antal gjorda BS-scanningar blev 109 stycken, med i medelvärde 10,9 scanningar per hund.

Om det beräknade UL värdet används som sant värde på urinvolymen så var det 43,1 % av alla värden uppmätta med BS som föll inom tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet (referensvärdet). Värden som underskattade urinvolymen var 46,8 %, där 70,6 % var nollvärden. Överskattade värden var 10,1 %. Av de 109 utförda scanningarna var det 3 stycken där apparaten var nöjd med mätningen, varav 1 värde var överskattat och 2 värden var inom referensvärdet.

Vid 29 mätningar visades värdet >200 ml, ett överskattat och 28 värden inom referensvärdena. I dessa fall kan man inte uttala sig om i hur stor utsträckning de avviker från de uträknade UL-volymer.

För 3 hundar (hund 1, 2 och 7) ökade antalet BS-mätningar som föll inom referensvärdet efter att urinblåsans position var känd om man inkluderar samtliga gjorda mätningar.

Tabell 3. Tabellen visar mätningar av urinvolymen i blåsan beräknat vid undersökning med UL samt med BS. BS-mätningarna är indelade i mätningar gjorda före och efter undersökning med UL dvs före respektive efter vetskap om urinblåsans position. För BS-mätningarna redovisas 5 resultat samt värden för max 3 extra mätningar för de hundar där 5 initiala mätningar gav mer än 3 värden som visade 0 ml. BS-mätningarna är färgkodade med grönt, gult, blått och rött.

	UL (cm <sup>3</sup> )	Mätning	1 (ml)	2 (ml)	3 (ml)	4 (ml)	5 (ml)	6 (ml)	7 (ml)	8 (ml)
Hund1b	413,4 (>200)	BS före	82	0	129	90	141	-	-	-
		BS efter	>200	>200	>200	>200	>200	-	-	-
Hund2b	193,9 (169,2->200)	BS före	88	74	>200	>200	104	-	-	-
		BS efter	>200	>200	>200	>200	>200	-	-	-
Hund3b	66,7 (48,4-85,0)	BS före	50	74	0	0	12	-	-	-
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	19
Hund4b	1400,6 (>200)	BS före	>200	>200	>200	74	>200	-	-	-
		BS efter	>200	>200	>200	>200	55	-	-	-
Hund5b	322,9 (>200)	BS före	>200	198	>200	>200	>200	-	-	-
		BS efter	>200	158	>200	>200	>200	-	-	-
Hund6b	6,3 (>0-21,6)	BS före	0	0	0	0	0	0	0	0
		BS efter	0	0	0	0	0	0	0	0
Hund7b	17,6 (1,7-33,5)	BS före	35	47*	38	40	35	-	-	-
		BS efter	18	15	18	0	0	-	-	-
Hund8b	44,4 (27,2-61,6)	BS före	>67	0	42	0	19	-	-	-
		BS efter	0	0	>200	89	60	-	-	-
Hund9b	5,2 (>0-20,5)	BS före	0	0	15	15*	15*	-	-	-
		BS efter	35	37	15	28	15	-	-	-
Hund10b	46,6 (29,3-63,9)	BS före	41	38	39	45	52	-	-	-
		BS efter	0	41	50	21	0	-	-	-

Grönfärgad ruta = uppmätta värden är inom referensvärdet enligt tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet förutsatt att UL värdet används som sant värde på urinvolymen i urinblåsan, blå ruta = nollvärden, gul ruta = underskattade värden som inte var nollvärden, röd ruta = överskattade värden, vit ruta = ingen mätning utöver 5 mätningar utförd.

\* = värden där BS-apparaten är nöjd, det vill säga när en volym annat än noll har hittats och åtta blinkande pilar visas på proben

UL= beräknad volym i cm<sup>3</sup>, med referensvärden för noggrannhet inom parentes.

BS = BladderScan

## Grisdel

Hos de två undersökta grisarna hade urinblåsan en ellipsoid liknande form.

Totalt antal scanningar med BS blev tio stycken med fem stycken per gris. Resultaten visas nedan i Tabell 4.

Om urinvolymen uppmätt efter cystocentes används som sant värde så var det 20,0 % av alla värden uppmätta med BS som föll inom tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet (referensvärdet). Värden som underskattade urinvolymen var totalt 60,0 %, där 83,3 % var nollvärden. Överskattade värden var totalt 10,0 %. Värden inom gråzon var totalt 10,0 %. Gråzon var underskattade värden i kombination med att apparaten visar ett ”större-än-tecken”. Av de tio utförda scanningarna var det två stycken där apparaten var nöjd med mätningen, varav den ena var ett värde inom referensvärdet och den andra var en underskattad volym.

Tabell 4. Tabellen visar mätningar av urinvolymen i blåsan gjorda med BS samt via cystocentes. BS-mätningarna är färgkodade med grönt, blått, gult, rött och grått.

	Volym uppmätt via cystocentes	1 (ml)	2 (ml)	3 (m)	4 (ml)	5 (ml)	Position urinblåsa	Scanning position
<b>Gris A</b>	22 ml (3,7-40,3)	28*	0	0	0	>79	centralt i mittplan kaudalt i buken	vänster bukhalva, i nära anslutning till sagittalplan.
<b>Gris B</b>	140 ml (104-176)	0	>109	31*	>71	0	centralt i mittplan kaudalt i buken	vänster bukhalva, i nära anslutning till sagittalplan.

Grönfärgad ruta = uppmätta värden är inom referensvärdet enligt tillverkarens uppsatta värden för noggrannhet förutsatt att volym uppmätt via cystocentes används som sant värde på urinvolymen i urinblåsan, blå ruta = nollvärden, gul ruta = underskattade värden, röd ruta = överskattade värden, grå ruta = värden inom gråzon.

\* = värden där BS-apparaten är nöjd, det vill säga när en volym annat än noll har hittats och åtta blinkande pilar visas på proben

Volym uppmätt via cystocentes med referensvärden för noggrannhet angivna inom parentes  
BS = BladderScan

## DISKUSSION

Resultaten från den här studien visade en tydlig spridning mellan olika BS-mätningar utförda på samma djur. Det var även tydligt att BS-värdena i de allra flesta fall avvek kraftigt från uträknade UL-volymer alternativt uppmätta cystocentesvolym. Resultaten från denna studie med BladderScan BVI 9400 avviker från tidigare publicerade studier på humansidan som visat att apparaten anger tillförlitliga urinvolymer med minimal variation mellan olika mätningar på samma patient (Rowe J. *et al.* 2013; Wheeler J. *et al.* 2015). Resultaten delades in utifrån produktbladinformation från tillverkaren (Verathon, 2014) med en noggrannhet på +/- 5 % och

15 ml för katt och hund, samt +/- 15 % och 15 ml för gris. Mätvärden som visade 0 ml kategoriserades som underskattade volymer, oavsett om de tillhörde spannet för noggrannhet enligt ovan eller ej.

Inga större skillnader mellan de olika undersökningsgrupperna kunde påvisas, förutom att när en större urinvolym (>30 ml) kalkylerades med UL-volymberäkning eller uppmättes vid cystocentes så visades färre 0-värden per scanning med BS. Det finns dock undantag för detta. Exempelvis så hade en hund i studien 25,2 ml i UL-volymberäkning betydligt färre 0-värden med BS än en annan hund med 66,7 ml. Hos alla 32 undersökta djur visades åtminstone ett 0-värde, förutom hos 3 undersökta hundar vilka alla hade stora UL-beräknade volymer (största, tredje största och femte största volymerna i studien).

Förutsättningarna för studien var optimala för alla undersökta djur. Djuren i studien var sederade, sövda eller tillräckligt stillsamma som vakna, vilket innebar att inga rörelser interfererade med scanningen förutom djurets andningsrörelser. Istället för att enbart beräkna UL-volymerna för katt och hund skulle mer tillförlitliga värden från en fullständig kateterisering varit lämpligt, men detta var inte etiskt försvarbart då kateterisering innebär ett invasivt ingrepp som ökar risken för infektioner och utsätter djuret för onödigt lidande (Barsanti *et al.* 1985 & Bubenik *et al.* 2007). Approximering av volymen urin i urinblåsan baserat på mätningar av urinblåsans dimensioner vid UL-undersökning användes istället för att utföra en kateterisering, då det i tidigare studier på hund visat sig vara en tillförlitlig metod (Atalan G. *et al.*, 1998a).

På grisarna i studien användes en annan BS-apparat men av samma modell (BVI 9400) och det var även en annan person som utförde scanningarna. Anledningen till detta var att personen som utförde scanningarna på gris hade övat med denna apparat och fått mer erfarenhet av användning av apparaten på gris. Till studien användes endast två grisar. Resultaten för grisarna följde samma trend som katternas och hundarnas resultat (d.v.s. flera mätningar på ett och samma djur visade stor variation och resultaten avvek även kraftigt från cystocentesvolymen).

### Värden inom referensvärden

Andelen resultat inom referensvärdet för noggrannhet i den här studien varierade med 14,5 % för katter, 11,0 % för hundar <27 kg, 43,1 % för hundar >27 kg och 20,0 % för grisar. Att gruppen med hundar över 27 kg hade högst andel värden inom referensvärdet skulle kunna förklaras med att deras medelvärde för UL-volym var 251,8 ml (med en variation på 5,2 ml – 1400,6 ml) vilket var det högsta medelvärdet för alla undersökta djurgrupper. I och med att det maximala scanningsvärdet på BS, inställd på barninställning, var ">200" blev alla värden som visade ">200" när UL-volymen översteg 176,2 ml inom referensvärdet. I gruppen för hundar över 27 kg fanns 28 värden på ">200" vilket stod för 59,6 % av alla värden inom referensvärdet. Man skulle nästan kunna bortse från dessa resultat då det finns en problematik kring värden ">200". De säger inte nödvändigtvis så mycket. Volymen kan vara avsevärt högre än 200 ml eller bara strax över 200 ml. Den enda slutsatsen man kan dra, om resultatet med BS hade varit tillförlitligt, är att det finns en stor volym urin i blåsan. Vid väldigt stora volymer, som t.ex. hunden med 1400,6 ml, så ger det inte tillräckligt mycket information att veta att volymen är över 200 ml (speciellt inte för att diagnostisera en överfylld urinblåsa). Detta är en brist vid

mätningar med barninställningen. Vid vuxeninställningen är gränsen istället 999 ml, men vid vuxeninställningen är noggrannheten på mätningarna lägre. Så det finns inget perfekt val av inställning även om man på människor rekommenderar en inställning efter en viktgräns på 27 kg.

En orsak som skulle kunna förklara varför andelen resultat inom referensvärdet i övrigt är låg i denna studie är att alla scannningar med BS har inkluderats, till skillnad från i andra studier (Bevan *et al.* 2011; Rowe *et al.* 2013) där endast mätningar där apparaten varit helt nöjd (visat åtta blinkande pilar i displayen) tagits med i studien. Anledningen till att alla scannningar tagits med i den här studien var att förstudien visade på att det var svårt att få värden där apparaten var helt nöjd (visade ett mätvärde högre än noll tillsammans med åtta blinkande pilar). I den här studien har totalt 393 scannningar med BS gjorts, varav 11 stycken var mätningar som apparaten var helt nöjd med, dvs där ett mätvärde högre än noll visades tillsammans med åtta blinkande pilar. Övriga resultat har antingen varit 0-värden, värden som visar ">200" eller värden där apparaten önskar en förflyttning av scanningsproben i annan riktning. Av dessa 11 värden var fyra av mätningarna inom referensvärdet, fem var mätningar som överskattade volymen och två värden var underskattade värden. Att det i många fall krävs mer än 16 mätningar för att få ett tillförlitligt värde med BS på djur bör anses vara ineffektivt.

En annan orsak till variationen mellan mätningarna skulle kunna vara att BladderScan BVI 9400 använder en scanningsfrekvens på 1,74–3 MHz (Verathon, 2014), medan man normalt sätt använder 5–10 MHz vid undersökning med UL på urinblåsan hos hund och katt (Sutherland-Smith 2008; Huynh & Berry 2016). Med den låga frekvens som BS använder skulle man med ett konventionellt UL få en dålig detaljupplösning och ha svårt att särskilja små strukturer från varandra.

### **Underskattade värden**

Underskattade värden i studien, dit även 0-värden räknades in, varierade i de olika grupperna från 79,0 % för katter, 77,9 % för hundar <27 kg, 46,8 % för hundar >27 kg och 60,0 % för grisar.

Det är rimligt att denna studie överskattat andelen underskattade värden med tanke på att inga nollvärden accepterats oavsett om de låg inom referensvärde för noggrannhet eller ej. Problematiken med nollvärden är att det är orimligt att en urinblåsa hos djur innehåller 0 ml, utan att man manuellt dränerat blåsan, då det kontinuerligt produceras urin från njurarna hos friska individer. Att apparaten visar ett nollvärde kan dock betyda olika saker. Det är framförallt när apparaten ger upprepade resultat av 0 ml som orsaken till vad det betyder är viktig. En sak det kan betyda är att apparaten inte hittar urinblåsan då scanningen sker på fel position. En annan sak det kan betyda är att apparaten uppfattar volymen i urinblåsan som exakt 0 ml. En tredje sak det hypotetiskt kan betyda är att apparaten är programmerad att visa 0 ml för volymer under ett visst gränsvärde. Denna teori stöts av att det lägsta BS-resultat man erhållit i denna studie var 11 ml, samt att man i tidigare studier (Bevan *et al.* 2011) med BladderScan BVI 9400 inte fått några scanningsresultat under 10 ml och därmed antagit att apparaten ej kan uppfatta volymer mellan 0 och 10 ml. I produktinformationen från tillverkaren (Verathon, 2014) och återförsäljaren (Allytec, 2016) finns inte denna information att tillgå. Enligt återförsäljaren

(Allytec, 2016) är den vanligaste orsaken till att apparaten visar ett nollvärde att urinblåsan är tom eller nästintill tom, där nästintill tom inte definierats. I denna studie erhöles dock nollvärden även om urinblåsan innehöll en väsentlig volym.

Om BladderScan BVI 9400 har en noggrannhet på  $\pm 5\%$  och 15 ml kan volymer upp till 15,8 ml ligga inom referensvärdet men ändå ge ett nollvärde. Om man i denna studie inte hade räknat värden där UL-volym varit lika med eller mindre än 15,8 ml som underkända hade 72,5 % av underskattade scannningar hos katterna istället varit inom referensvärdet resulterande i endast 21,7 % underskattade värden istället för 79,0 %. Om man hade gjort likadant med hundar  $<27$  kg hade 30,2 % av alla underskattade värden varit inom referensvärdet istället med resultatet 54,4 % underskattade värden istället för 77,9 %. I gruppen med hundar  $>27$  kg hade 35,3 % av underkända värden varit inom referensvärdet istället med resultatet 30,3 % underkända värden istället för 46,8 %. Grisarnas underskattade värden blir oförändrade då ingen av grisarna hade en uppmätt urinvolym på under 17,6 ml vilket är den maximala volymen för att ett nollvärde ska vara inom referensvärdet på  $\pm 15\%$  och 15 ml.

Om man skulle göra samma antagande i denna studie som Bevan *et al.* (2011) gjorde i sin studie, dvs att apparaten visar 0 ml för volymer mellan 0 och 10 ml, skulle det innebära att för katter och hundar, där noggrannheten är  $\pm 5\%$  och 15 ml, skulle BS-apparaten kunna tolka att det finns 10 ml i urinblåsan och visa 0 ml vid en UL-volym på 26,3 ml eller mindre. Skulle man godkänna detta nollvärde som inom referensvärdet skulle detta i siffror medföra att hos katter skulle 87,2 % av alla underkända värden istället hamna inom referensvärdet, resulterande i endast 10,1 % underskattade värden istället för 79,0 %. Hos hundarna  $<27$  kg skulle 59,4 % av alla underkända värden hamna inom referensvärdet med resultatet 31,6 % underskattade värden istället för 77,9 %. Hos hundarna  $>27$  kg skulle 39,2 % av alla underkända värden hamna inom referensvärdet med resultatet 28,4 % underskattade värden istället för 46,8 %. För grisarna där noggrannheten var  $\pm 15\%$  och 15 ml skulle motsvarande siffra på 29,4 ml eller mindre ge resultat där BS skulle kunna uppfatta volymen i urinblåsan som 10 ml och då kunna ge ett värde på 0 ml om värden mellan 0 och 10 ml inte kan ges. Detta skulle orsaka att 50 % av alla underskattade värden hos grisarna skulle godkännas, med ett resultat av 30 % underskattade värden istället för tidigare 60 %.

Oavsett om nollvärden accepteras eller inte är fortfarande andelen underskattade värden med BS hög på undersökta djur. Risken med att BS underskattar urinvolymer på djur kan vara fatala då en överdistension av urinblåsan kan missas och orsaka stress hos djuret samt ge en systemisk påverkan med elektrolytrubbningar och risk för urinblåseruptur (Holt *et al.* 1990, Nelson *et al.* 2008, Fossum *et al.* 2013). Till stor del verkar underskattade värden bero på att många nollvärden fås.

Möjliga orsaker till den stora andelen underskattade BS-mätningar skulle kunna vara de anatomiska olikheter som finns mellan människor och djur, då apparaten är tillverkad för humant bruk. De anatomiska skillnaderna skulle kunna orsaka att urinblåsan inte hittas hos de djurarter som ingick i studien eller att de har en för liten urinblåsa jämfört med människor. Enligt Grey (1918) är urinblåsan hos en vuxen människa positionerad kaudalt om blygdbensfogen, omgiven av extraperitonealt fett och bindväv. Vid en fyllnadsgrad på 500 ml



eller mer kan kraniala delar tryckas över blygdbenet och nå kaudala delen av bukhålan. Hos barn under nio år är dock hela urinblåsan positionerad i kaudala delen av buken, oavsett fyllnadsgrad. Hos katt och hund befinner sig urinblåsan normalt sett i kaudala delen av buken (Johnston G. *et al.* 1986). Även gris har urinblåsan lokaliserad till kaudala delen av buken. En sak som talar emot att urinblåsan inte hittas på grund av anatomiska olikheter i den här studien är att ingen definitiv skillnad mellan BS-mätningar gjorda i blindo och de gjorda efter känd lokalisering kunde ses hos katt och hund.

En annan orsak till att mätvärden hamnar utanför referensvärden skulle kunna vara avsaknaden av optimal inställning för djur. Hos hund och katt har barninställning använts oavsett vikt, även på den grupp hundar som vägde över 27 kg, vilket var apparatens gränsvärde för att ha barninställning. Ett normalviktigt barn väger kring 27 kg när det når en ålder på 8 år (internmedicin.se, 2016). Detta betyder att barninställningen bör fungera för att utföra scannningar på en urinblåsa positionerad i kaudala delen av buken. Hos grisarna i studien användes vuxeninställning trots att båda grisar vägde mindre än 27 kg. Det hade kunnat vara intressant att testa vuxeninställningen på katterna och hundarna.

Enligt Bevan *et al.* (2011) studie har BladderScan BVI 9400 en otillräcklig tillförlitlighet för barn under 24 månader och enligt Rowe *et al.* (2013) studie bör man vara försiktig med att tolka resultat från barn under 36 månader. Ett barn på 24 månader väger omkring 12,5 kg och ett barn på 36 månader väger omkring 15 kg (internmedicin.se, 2016). Katterna i denna studie hade alla en vikt betydligt lägre än detta vilket skulle kunna tyda på att deras underskattade värden beror på att de är för små för att undersökas. Hundar och grisar har dock en medelvikt i sina respektive grupper som överstiger både normalvikt för 24 månaders och 36 månaders barn och bör ej påverkas av att vara för små för BS då Rowe *et al.* (2013) studie visat att apparaten fungerar bra på barn över 36 månader.

En annan förklaring till varför BS har så många underskattade mätningar på djur skulle kunna vara att en överskattning av urinvolymen gjorts vid UL-uträkning på katt och hund. Hos 2 katter och 8 hundar var urinblåsan vid undersökningen med UL oregelbunden till formen och hade inte en exakt form av en ellipsoid. Detta kan ha medfört att uträknad volym överskattats, då maximala värden av längd, höjd och bredd användes för att med hjälp av formeln för en ellipsoid räkna ut volymen. Överskattningen kan dock inte ensamt vara orsak till stora andelen underskattade värden. En annan anledning att misstänka att uträknade volymer med UL skulle kunna vara feluträknade är att på stora urinblåsor behövdes 2–3 bilder per snitt som sedan approximerades till en bild.

### **Överskattade värden**

Andelen överskattade värden i studien varierade i de olika grupperna från 6,5 % för katterna, 9,6 % för hundarna <27 kg, 10,1 % för hundarna >27 kg och 10,0 % för grisarna.

Risken med att använda BS för att uppskatta urinvolymer om volymerna överskattas är att en onödig kateterisering utförs. Onödig kateterisering på djur ökar i sin tur risken för urinvägsinfektioner (Barsanti *et al.* 1985 och Bubenik *et al.* 2007). Om residualvolymer

överskattas skulle man även felaktigt kunna misstänka att djuret har problem med tömningsfunktionen och har en ökad risk för urinvägsinfektioner.

Möjliga anledningar till överskattning av urinvolymen kan tänkas vara att annan vätska än den i urinblåsan uppmäts. Varifrån denna vätska i så fall fångats upp är oklart eftersom djur med vätskesamlingar i buken exkluderades från studien, vilket kontrollerades med anamnes, klinisk undersökning och konventionell UL-undersökning, alternativt buköppning.

En annan felkälla skulle kunna vara om djuret under pågående undersökning producerar urin i hög utsträckning. Detta är dock ej troligt i och med att undersökningstiden aldrig upptog mer än 15 minuter och i genomsnitt var 1 till 5 minuter lång. Om urinproduktionen från njurarna skett under pågående undersökningstid och urinproduktionshastigheten är ca 0,8-4,1 ml/kg/h (Fielder, 2015) så betyder det att en 20 kg hund skulle på t.ex. 5 minuter producera ca 4 ml urin, vilket räknas som ringa och obetydlig volym i sammanhanget.

Andra möjliga orsaker till andelen överskattade värden skulle liksom för underskattade värden vara anatomiska skillnader mellan djur och människor som apparaten är gjord för, felinställningar eller felapproximering av volymer med det konventionella UL:et.

## **Slutsats**

BladderScan BVI 9400 var mycket enkel och smidig att använda. En scanning tog endast ett fåtal sekunder och kunde med lätthet upprepas. Inlärningsprocessen för att på ett adekvat sätt kunna använda apparaten tog minimalt med tid. Trots detta upplevs resultaten på djur inte pålitliga då man fick en stor spridning med flera olika scanningsresultat på samma djur och det totalt sätt var en låg andel resultat inom referensvärdet. Detta trots det generösa referensvärdet med +/-5 % och 15 ml på katt och hund, alternativt +/- 15 % och 15 ml på gris. Största problemet med BS-mätningarna i denna studie visade sig vara den stora andelen underskattade volymer och mätningar där ingen volym återfunnits. Inom veterinärsjukvården används idag bilddiagnostiska metoder, såsom röntgen och UL, i stor utsträckning. Detta gör att urinblåsevolym kan erhållas på ett icke-invasivt sätt. Trots att sådan bilddiagnostik kräver kunnig personal är fördelen med röntgen och UL att man till skillnad från BS även kan se viss eventuell patologi. Slutligen så drar jag slutsatsen att för klinisk praxis är BS för okänslig för volymmätning hos de djur som undersökts i den här studien.

## **FÖRFATTARENS TACK**

Författaren tackar Bengt Eddeland VD vid Allytec för att ha möjliggjort studien genom support, utbildning och tillhandahållning av samtlig BS-utrustning. Även ett stort tack till huvudhandledare Kerstin Hansson för konstruktiv kritik, handledning och kreativa idéer kring studieupplägg. Tack även till Bilddiagnostiska kliniken på UDS, SLU för medverkan och utlåning av utrustning och material. Tack likaså till biträdande handledare Anneli Rydén och till Hedenstiernalaboratoriet, institutionen för kirurgiska vetenskaper, Uppsala universitet för möjligheten att tillämpa studien på grisar.

## REFERENSLISTA

- Allytec (2016-10-03) BladderScan – snabb, noggrann och pålitlig mätning av blåsvolymen. <http://allytec.se/bladderscan/> [2016-10-10]
- Al-Shaikh G., Larochelle A., Campbell C.E., Schachter J., Baker K., Pascali D. (2009) Accuracy of Bladder Scanning in the Assessment of Postvoid Residual Volume. *Journal of obstetrics and gynaecology Canada*, vol 31, ss. 526–532.
- Al-Shaikh G., Al-Mandeel H. (2012) Ultrasound Estimated Bladder Weight in Asymptomatic Adult Females. *Urology Journal*, vol 9, ss. 586-591.
- Atalan G., Barr F.J., Holt P.E. (1998a) The assessment of Bladder Volume by means of Linear ultrasonographic Measurements, *American journal of veterinary research*, vol 59, ss. 10-15.
- Atalan G., Barr F.J., Holt P.E. (1998b) Estimation of Bladder Volume Using Ultrasonographic Determination of Cross-Sectional Areas and Linear Measurements, *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol 39, ss. 446-450.
- Atalan G., Holt P., Barr F.J. (1999a) Comparison of ultrasonographic and radiographic measurements of bladder dimensions and volume determinations. *Research in Veterinary Science*, vol 66, ss. 157-170
- Atalan G., Holt P., Barr F.J. (1999b) Effect of body position on ultrasonographic estimations of bladder volume. *Journal of Small Animal Practice*, vol 40, ss. 177-179.
- Atalan G., Barr FJ, Holt P.E (1999c) Frequency of urination and ultrasonographic estimation of residual urine in normal and dysuric dogs. *Research in Veterinary Science*, vol 68, ss. 295–299.
- Barrington J.W., Arunkalaivanan A.S, Abdel Fattah M. (2003). The accuracy of Bladderscan in intrapartum care. *International Urogynecological Association*, vol 14, ss. 214-215.
- Barsanti J.A., Blue J., Edmunds J. (1985) Urinary tract infection due to indwelling bladder catheters in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol 187, ss. 384-388.
- Beckers G.M., Horst H.J.R., Frantzen J., Heymans M.W. (2012) The BladderScan BVI 6200 is not accurate enough for use in a bladder retraining program. *Journal of Pediatric Urology*, vol 9, ss. 904-909.
- Bevan C., Buntsma D., Stock A., Griffiths T., Donath S., Babl F.E. (2011) Assessing Bladder Volumes in Young Children Prior to Instrumentation: Accuracy of an Automated Ultrasound Device Compared to Real-time Ultrasound bvi 9400. *Academic Emergency Medicine*, vol 18, ss. 816–821.
- Bowman, F. (1961) *Introduction to Elliptic functions with Applications*. New York, Dover.
- Brouwer T.A., Eindhoven B.G., Epema A.H., Henning R.H. (1999) Validation of an ultrasound scanner for determing urinary volumes in surgical patients and volunteers. *The Journal of Clinical Monitoring and Computing*, vol 15, ss. 379-385.
- Bubenik L.J., Hosgood G.L., Waldron D.R., Snow L.A. (2007) Frequency of urinary tract infection in catheterized and noncatheterized dogs with urinary tract infections. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol 231, ss. 893-899.
- Buntsma D., Stock A., Bevan C., Babl F.E. (2012) Success rate of BladderScan-assisted suprapubic aspiration. *Emergency Medicine Australasia*, vol. 24, ss. 647–651.

- Byun S.S., Kim H.H, Lee E., Paick J. Kang W., Oh S. (2003) Accuracy of bladder volume determination by ultrasonography: are they accurate over entire bladder volume range? *Urology*, vol. 62, ss. 656-660.
- Cevese A., Drinkhill M., Mary D.A., Patel P., Schena F., Vacca G. (1991) The Effect of Distension of Urinary Bladder on Coronary Blood Flow in Anaesthetized dogs. *Experimental Physiology*, vol 76, ss. 409-421.
- Chicoine B. & Sulo S. (2015) Rate of Urinary Retention in Adults with Down Syndrome: A Prospective Study. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, vol 28, ss.115-117.
- Choe J.H., Lee J.Y., Lee K.S. (2007) Accuracy and precision of a new portable ultrasound scanner, the BME-150A, in residual urine volume measurement: a comparison with the BladderScan BVI 3000. *International Urogynecology Journal*, vol 18, ss. 641-644.
- Deirmentzoglou S., Giannitsas K., Perimenis P., Petsas T., Athanasopoulos A. (2012) Correlation of Ultrasound-estimated Bladder Weight to Urodynamic Diagnoses in Women with Lower Urinary Tract Symptoms. *Urology*, vol 80, ss. 60-77.
- Demaria F., Boquet B., Porcher R., Rosenblatt J., Pedretti P., Raibaut P., Amarenco G., Benifla J.L. (2007) Post-voiding residual volume in 154 primiparae 3 days after vaginal delivery under epidural anesthesia. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, vol 138, ss 110-113.
- Elsamra S.E., Gordon Z., Ellsworth P., (2011) The pitfalls of BladderScan PVR in evaluating bladder volume in adolescent females. *Journal of Pediatric Urology*, vol 7, ss. 95-97.
- Fielder S.E. (2015). *Urine Volume and Specific Gravity*. Oklahoma State University: Merck Veterinary manual
- Fossum T.W., Dewey C.W., Horn C., Johnson A.L., MacPhail C., Radlinsky M.G., Schulz K.S., Willard M.D. (2013) *Small Animal Surgery*. 4 ed. St. Louis, Missouri. Elsevier Mosby.
- Fuse H., Yokoyama T., Muraishi Y., Katayama T. (1996) Measurement of Residual Urine Volume Using a Portable Ultrasound Instrument. *International Urology and Nephrology*, vol 28, ss. 633- 637
- Geisse A.L., Lowry J.E., Schaeffer D.J. Smith C.H. (1997) Sonographic evaluation of Urinary Bladder Wall Thickness in normal dogs. *Ultrasound*, vol 38, ss. 132-137.
- Gennaro M., Capitanucci M.L., Ciommo V, Adorisio O., Mosiello G., Orazi C., Tubaro A. (2006) Reliability of bladder volume measurement with BladderScan in paediatric patients. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*, vol. 40, ss.370-375.
- Gray H. (1918). *Splanchnology*, XI: Warren H. L., *Anatomy of the Human Body*. Philadelphia: Lea & Febiger
- Holt, PE. (1990). Dysuria in the dog. *In Practice*, vol 12, ss. 147- 153
- Huynh E., Berry C.R. (2016) Small Animal Abdominal Ultrasonography. The Urinary tract: Urinary Bladder & Urethra. *Today's Veterinary Practices*, vol 5, ss. 61-67.
- Hynds S., McGarry C.K., Mitchell D.M., Early S., Shum L., Stewart D.P., Harney J.A., Cardwell C.R., O'Sullivan J.M. (2011) Assessing the daily consistency of bladder filling using an ultrasonic Bladderscan device in men receiving radical conformal radiotherapy for prostate cancer. *The British Journal of Radiology*, vol 84, 813–818.

- internmedicin.se (2016-04-16). Normalvärden barn. <http://icd.internetmedicin.se/fakta/barn> [2016-11-01]
- Joelsson-Alm E., Ulfvarson J., Nyman C.R., Divander M., Svensén C. (2012) Preoperative ultrasound monitoring can reduce postoperative bladderdistension: A randomized study. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*, vol. 46, ss. 84–90.
- Johnston G.R., Osborne C.A., Jessen C.R., Feeney D.A. (1986) Effects of Urinary Bladder distention on location of the urinary bladder and urethra of healthy dogs and cats. *American journal of veterinary research*, vol 47. Ss. 404-415.
- Khan I.U., Khan M.A., Bukhari S.G., Shoaib M., Khan M.a., (2015) Relationship between residual urine volume and age, gender and weight of the dogs using ultrasound machine. *Annals of Veterinary and Animal Science*, eISSN: 2313-5514, ss. 11-14.
- Koomen E., Bouman E., Callewaerd P., Vos G.D., Prins M.H., Anderson B.J., Marcus M.A.E. (2008) Evaluation of a non-invasive bladder volume measurement in children. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*, vol 42, ss. 444-448.
- Luger T.J., Garoscio I., Rehder P., Oberladstätter J., Voelckel W. (2008) Management of temporary urinary retention after arthroscopic knee surgery in low-dose spinal anesthesia: development of a simple algorithm. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, vol 128, ss. 607-612.
- Marks L.S., Dorey F.J., Macarian M.L., Park C., Dereknion J.B. (1997) Three-dimensional Ultrasound device for rapid determination of Bladder volume. *Urology*, vol 50, ss. 341-348.
- Morris V., Steventon N., Hazbun S., Wagg A. (2009) A Cross-Sectional Study of Ultrasound Estimated Bladder Weight in a Sample of Men and Women Without Lower Urinary Tract Symptoms. *Neurourology and Urodynamics*, vol 28, ss. 995–997.
- Nelson R.W., Couto C.G., Grauer G.F., Hawkins E.C., Johnsson C.A, Lappin M.R., Scott-Moncrieff J.C.R., Taylor S.M, Ware W.A., Watson P.J, Willard M.D. (2008). *Small Animal Internal Medicine*, 4. ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elseiver.
- Park Y.H., Ku J.H., Oh S.J. (2011) Accuracy of Post-Void Residual Urine Volume Measurement Using a Portable Ultrasound Bladder Scanner with Real-Time Pre-Scan Imaging. *Neurourology Urodynamics*, vol 30. ss. 335-338.
- Revord J.P., Opite J.I., Murtaugh, P., Harrison J. (1993) Determining Residual Urine Volumes Using a Portable Ultrasonographic Device. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol 74, ss. 457-462.
- Rosseland L.A., Bentsen G., Hopp E., Refsum S., Breivik H. (2005) Monitoring urinary bladder volume and detecting post-operative urinary retention in children with an ultrasound scanner. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, vol 49, ss. 1456-1459.
- Rowe J., Price N., Upadhyay V. (2013) Evaluation of the BladderScan in estimating bladder volume in paediatric patients, *Journal of Pediatric Urology*, vol 10, ss. 98-102.
- Sutherland-Smith J. (2008) Bladder and Urethra XI: Penninck D. & Anjou M.A. (red), *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Iowa, USA: Blackwell Publishing, ss. 365-370
- Tseng L.H., Liang C.C., Chang Y.L., Lee S.L., Lloyd L.K., Chen C.K. (2008) Postvoid Residual Urine in Women with Stress Incontinence. *Neurourology and Urodynamics*, vol 27, ss. 48-51.
- Ung, K.A., White R., Mathlum M., Mak-Hau V., Lynch R. (2014) Comparison study of portable bladder scanner versus cone-beam CT scan for measuring bladder volumes in post-prostatectomy

- patients undergoing radiotherapy. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, vol 58, ss. 377–383.
- Verathon Medical (2014) *BladderScan BVI 9400 Operations & Maintenance manual*. Bothell, WA 98011 U.S.A. Corporate Headquarters.
- Voelckel W.G., Kirchmair L., Rehder P., Garoscio I., Krappinger D. Luger T.J. (2009) Unilateral Anesthesia Does Not Affect the Incidence of Urinary Retention After Low-Dose Spinal Anesthesia for Knee Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, vol 109, ss. 986-987.
- Voros K., Felkai C.S., Vrabely T., (1995) Ultrasounographic examination of the canine and feline urinary tract. *European Journal of Companion Animal Practice*, vol 1:56-64
- Wheeler J., O’Riordan M.A., Allareddy V., Speicher, M. (2015) Would the Use of Bedside Bladder Ultrasound Decrease the Necessity of Invasive Bladder Catheterization in the Pediatric Intensive Care Unit? *Clinical Pediatrics*, vol. 54, SS, 800– 802.
- Widmer W.R., Biller D.S., Adams L.G. (2004) Ultrasonography of the Urinary tract in small animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol 225 ss. 46-54.